

Professor Dierk Raabe
d.raabe@mpie.de

Class Notes / Vorlesungsscript

„Geschichte der Metalle“

RWTH Aachen
Max-Planck Institut Düsseldorf

www.mpie.de

Kapitel 6

Als die Wissenschaft noch jung war

Vom Mythos der Metalle

6.1 Hesiod, Platon und Ovid — die Weltzeitalter der Metalle

Bereits die antiken Dichter und Denker haben sich eingehend mit den Metallen und ihrer Gewinnung befaßt. Hesiod schrieb um etwa 700 v. Chr. sein Gleichnis von den fünf Geschlechtern in fünf aufeinanderfolgenden Zeitaltern auf. Er ließ das Weltgeschehen dabei mit einer goldenen Ära beginnen und diese von einer silbernen Epoche ablösen. Anschließend trat das bronzene Zeitalter auf, welches wiederum von der heroischen Epoche verdrängt wurde. Diese mündete schließlich in das eiserne Zeitalter.

In Hesiods Schema dienten die Metalle der Schaffung eines Sittengemäldes der Menschheit. Im goldenen Zeitalter lebte das dem Kronos untertane goldene Geschlecht in einer Art Paradies in grenzenloser Harmonie, Sorglosigkeit und ohne jegliche Arbeit. Sie alterten nicht und übten Gerechtigkeit gegen jedermann. Das silberne, ebenfalls von Göttern erschaffene Geschlecht hingegen war töricht, frevelhaft und überheblich sogar seinen Schöpfern gegenüber und wurde

wegen seiner Streitsucht und Unwissenheit am Ende von Zeus kurzerhand vernichtet. Die Menschen der bronzenen Ära waren wild, hart und gewalttätig. Sie trugen Bronzewaffen, ernährten sich im Gegensatz zu den anderen Geschlechtern auch von Fleisch, waren ohne Mitleid und liebten den Krieg. Durch den Schwarzen Tod kamen sie um. Edler und großzügiger war das von den Göttern mit sterblichen Müttern gezeugte vierte Geschlecht der Heroen, das bei Theben, auf der Argonautenfahrt und im Trojanischen Krieg tapfer gekämpft hatte und dafür die elysischen Gefilde bewohnen durfte. Das eiserne Geschlecht schließlich stammte von den Heroen ab und existiert bis auf den heutigen Tag als das geringste von allen weiter. Es vereint in sich alle schlechten Seiten der vorangegangenen Epochen, ist böswillig, unzüchtig, ungerecht, verräterisch und ohne Achtung vor den Eltern.

Hesiod und Homer lebten nach ihrer eigenen Epochenrechnung im eisernen Zeitalter. Zu dieser Zeit beherrschten die Griechen bereits die Eisenherstellung. Insbesondere den Dichtungen Homers verdankt die Nachwelt die ersten literarischen Darstellungen dieses Produktionszweiges bis hin zu Detailangaben. In dem Bericht über die Blendung des Polyphem durch Odysseus (Odyssee, Buch IX) baut Homer das Eisen auf eine Weise ein, die eindeutig bezeugt, daß die Griechen es zu seiner Zeit bereits verstanden, Stahl durch Abschrecken in Wasser zu härten: „*Wie wenn ein Schmied das Schlachtbeil taucht in kühnendes Wasser, das laut mit Zischen emporwallt. Härtend mit Kunst, denn dieses erhöht die Kraft des Eisens.*“

Auch in der Ilias geht Homer auf die Metalle ein. Beispielsweise hebt er hervor, daß das Schwert des Herakles aus Eisen und sein Helm aus Stahl bestanden. Zahlreiche weitere Beschreibungen antiker Stahlherstellung gibt es bei Hesiod, Horaz, Ovid und Plinius (dem Älteren). Diese frühen literarischen Dokumente prägten das bis in unsere heutigen Tage verwendete Bild von Eisen und Stahl als Sinnbilder für menschliche Härte, Stärke, Ausdauer und Zuverlässigkeit.

Dieses Thema der Gleichsetzung von Zeitalter, Metall, Menschengeschlechtern und Charaktereigenschaften zieht sich durch die gesamte antike und klassische Dichtung. Bekannte Varianten sind dabei Platons zum Teil deutlich an Hesiod angelehnter *Metallmythos* in seinem dritten Buch über den Staat, die Deutung des Traumes des Nebukadnezar im zweiten Buch Daniel in der Bibel sowie die *Metamorphosen* des Ovid.

Bei Platon steht der Zusammenhang zwischen Metall und Eigenschaften eines Menschen ganz im Zeichen der jeweiligen Eignung für eine bestimmte Tätigkeit in einem Staatsgebilde. Man erkennt hier sofort Intention und Interessen des Philosophen und Staatsrechtlers, der sich zur Formulierung seines

Staatsverständnisses lediglich der von Hesiod überlieferten Mythen bedient. Danach werden bei Platon die Menschen unter der Erde geformt und erhalten als innere Werte die Eigenschaften eines Metalls mit auf den oberirdischen Weg. Beispielsweise drückte nach Platon die Zuordnung des Goldes zu einem bestimmten Menschen dessen besondere Tüchtigkeit und Tugendhaftigkeit im Hinblick auf staatstragende Funktionen aus. Die Menschen des silbernen Geschlechts zählte Platon immerhin noch zur begnadeten Elite, befähigt beispielsweise zur Ausübung des Wächteramtes.

6.2 Metalle in der Bibel

In der Bibel gibt es diverse Hinweise auf die Geschichte und die Bedeutung der Metalle. Zahlreich sind beispielsweise die mit glänzenden Metallen gespickten Beschreibungen der äußeren Erscheinung von Jesus und Gott, etwa in Kapitel 1 aus der Offenbarung des Johannes. Dort heißt es: *„Und als ich mich umwandte, sah ich sieben goldene Leuchter und mitten unter den sieben einen, der war eines Menschen Sohne gleich, der war angetan mit einem langen Gewand und begürtet um die Brust mit einem goldenen Gürtel. Sein Haupt aber und sein Haar war weiß wie weiße Wolle, wie der Schnee, und seine Augen wie eine Feuerflamme und seine Füße wie Messing, das im Ofen glüht, und seine Stimme wie großes Wasserrauschen.“*

Auch bei Hesekiel in Kapitel 22, Vers 18, werden Vergleiche mit Metallen herangezogen: *„Menschensohn, das Haus Israel ist für mich zu Schlacken geworden; sie alle sind Kupfer und Zinn und Eisen und Blei im Schmelzofen; Silberschlacken sind sie geworden.“*

Weiter heißt es in einer sehr bildlichen Warnung in Vers 20: *„Wie man Silber und Kupfer und Eisen und Blei und Zinn in einen Schmelzofen zusammen tut, um Feuer darunter anzublase, um es zu schmelzen, so werde ich euch in meinem Zorn [...] zusammen tun und euch hineinlegen und schmelzen.“*

Aber nicht nur diese bildlichen Beschreibungen, sondern auch die sachlicheren Berichte der Chronisten geben Aufschluß über Metalle zu dieser Zeit. Die Propheten des alten Testaments haben die Bodenschätze meist ausführlich erwähnt, insbesondere wenn es darum ging, Israels Auserwähltheit, Reichtum und Macht zu unterstreichen. So steht beispielsweise bei Mose im Zusammenhang mit Abraham, daß dieser *sehr reich an Silber und Gold* gewesen sei und seiner Frau Sarah von dem Landesfürsten in Kanaan einen Begräbnisplatz für 400 Schekel Silber, immerhin rund 6,5 kg, gekauft habe.

Bei Hesekiel wird auch oft vom Erzreichtum und vom ertragreichen Handel mit Silber, Eisen, Blei und Zinn berichtet. Die Bücher Samuel, Richter, Chronik, Hiob und vor allem auch Mose vermitteln eine lebendige Vorstellung vom Verhältnis der Israeliten zu ihren Erzen.

Oft erweisen sich die Bücher des Alten Testaments auch als ergiebige Quellen für moderne Geschäftsideen. Beispielsweise lernte der Industrielle Xiel Federmann einiges aus dem Studium der Geschichte von der Zerstörung Sodoms und Gomorrhass. In der Bibel heißt es dazu: „...und siehe, ein Rauch stieg auf von der Erde, wie der Rauch eines Schmelzofens...“. Federmann horchte auf und vermutete Erdgas. Und wo Erdgas ist, wird bekanntlich auch oft Erdöl gefunden. Federmann ließ also am Ort der untergegangenen Städte Sodom und Gomorrha bohren und fand im November 1953 dort tatsächlich Erdöl.

In der Bibel finden sich auch Einzelheiten über alte berg- und hüttenmännische Methoden. So zum Beispiel bei Jeremias und Hesekiel, die über den Schmelzvorgang in Krummöfen mit Hilfe von Blasebälgen zum Reduzieren und Erschmelzen von Silber, Eisen, Blei und Zinn berichten. Ferner wird bei Hesekiel der Bronzeguß beschrieben.

Das 28. Kapitel des Buches Hiob kann als einer der ältesten und zugleich ausführlichsten Berichte über die Gewinnung von Bodenschätzen im orientalischen Raum angesehen werden. Die ersten elf Verse verraten persönliche Kenntnisse des Autors vom Kupferbergbau im 4. Jahrhundert v. Chr., wahrscheinlich aus Punan auf der Sinaihalbinsel. Hiob berichtet: *„Denn es gibt einen Fundort für das Silber und eine Stätte für das Gold, das man wäscht. Eisen wird aus der Erde geholt und Kupfer aus Erzen ausgeschmolzen. Der Finsternis hat man ein Ende gesetzt und [...] das Gestein der Finsternis [...] durchforscht. Er, der als Fremdling Weilende, trieb einen Schacht in den Kalkstein, die Vergessenen schwebten tief hinab, sie schwankten. Die Erde [...] wird innen vom Feuer umgewühlt. Der Saphir findet sich bei ihren Steinen, Goldstäubchen hat er [der Saphir]. Ein Weg, den der Adler nicht kennt und des Geiers Auge nicht erspäht. Den nie betreten stolze Raubtiere, auf dem der Löwe nie einherschritt. An harte Steine legte der Mensch seine Hand und wühlte alles um von der Wurzel der Berge an. In den Felsen trieb er Stollen, und allerlei Kostbares schaute sein Auge. Die verborgenen Quellen der Ströme verstopfte er, daß sie nicht weinten [durchsickerten], und Verborgenes bringt er ans Licht.“*

Auch die Bundeslade hat einiges mit Metallen zu tun. Im Alten Testament war sie das alle israelitischen Stämme verbindende Heiligtum, das von König David nach Jerusalem gebracht und von König Salomo im Allerheiligsten des Tempels aufgestellt wurde. Es wird vermutet, daß die Bundeslade zusammen

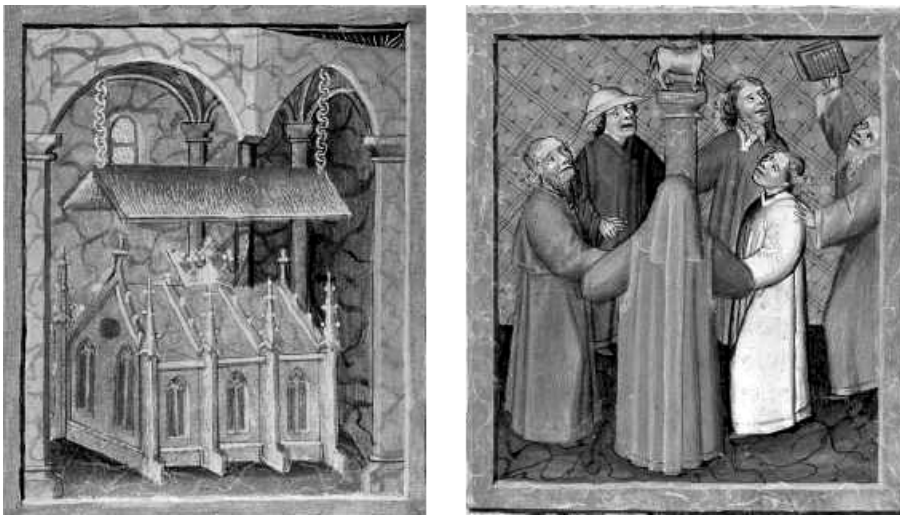


Bild 6.1: Darstellungen der Bundeslade in einer gotischen Variante (links) und des Tanzes um das goldene Kalb (rechts), Miniaturen aus dem 15. Jahrhundert.

mit dem Tempel im Jahr 587 v. Chr. bei der Eroberung Jerusalems von babylonischen Truppen zerstört wurde. Im Buch Exodus ist an zwei Stellen eine Anleitung zum Bau des Heiligtums überliefert. Danach sollten die Israeliten eine Lade aus Akazienholz fertigen, die zweieinhalb Ellen lang, eineinhalb Ellen breit und eineinhalb Ellen hoch war. Diese sollte mit Gold von innen und außen überzogen und ringsum mit einer Leiste aus Gold umgeben werden. Dazu waren vier goldene Ringe zu gießen, die an den Ecken angebracht werden sollten. Hinzu kamen hölzerne Tragestangen, die mit Gold überzogen waren. Schließlich benötigte man noch eine Deckplatte aus reinem Gold, zweieinhalb Ellen lang und eineinhalb Ellen breit. Zum Schluß sollten zwei Goldcherubim hergestellt und an der Deckplatte angebracht werden.

Die Herstellung mystischer und kultischer Götterfiguren aus Gold machte auf das Volk immer und überall Eindruck, so auch nachzulesen im Alten Testament, 2. Buch Mose, Kapitel 32 beim Tanz um das Goldene Kalb, welches Moses nach der Rückkehr vom Berg Sinai so erzürnte: „Dann nahm er das Kalb, das sie gefertigt hatten, ließ es im Feuer verbrennen und zermalmte es zu feinem Staube, den er ins Wasser schütten ließ.“

6.3 Die Alchimisten

Zu Beginn der Metallforschung waren die Gebiete der Chemie und der Metallurgie vermutlich eng miteinander verbunden. Schon die unterschiedlichen Theorien zur Herkunft des Wortes Chemie machen diese Verwandtschaft deutlich. Einige Quellen führen das Wort auf das altägyptische *ch'mi* und auf das arabische *chemi* (schwarz) zurück. Die spätgriechischen Alchimisten verwendeten das Wort *chemi* für ein schwarzes Präparat, mit welchem die Umwandlung der Elemente möglich sein sollte. Damit verwandt sind die altgriechischen Worte *chemeia* und *chymia*, die sich aber auch von *chymos*, der Flüssigkeit, ableiten lassen. Andere Erklärungen dagegen greifen auf das griechische Wort *chyma* für Metallguß oder *chyta* für Schmelzbarren zurück.

Die antike Chemie und Metallurgie waren vermutlich zunächst durch naturwissenschaftliche Erfahrungen geprägte Fachgebiete, welche durch ausgefeilte Probiertechniken voran getrieben wurden. Bereits vor über 3500 Jahren besaßen die Ägypter, Hethiter, Babylonier und Chinesen umfassende Kenntnisse über die Herstellung und Verarbeitung von Werkstoffen aus Metall, Emaille, Ton und Glas. Sie versuchten sich auch an der Herstellung von Farben und Medikamenten sowie an der Gewinnung von Bier und Wein. Sie verstanden es, mittels Hefe Fruchtsäfte in Alkohol umzuwandeln und mit geeigneten Bakterien Essig aus Alkohol herzustellen.

Auch die Römer trugen viel zur Erweiterung des chemischen Wissens bei. Sie bearbeiteten Metalle, stellten Gips, Soda und zahlreiche medizinische Stoffe aus Pflanzen her. Von den Priestern und Wissenschaftlern dieser frühen Kulturen wurde ein ganzer Schatz an Erfahrungen zu mineralischen und pflanzlichen Heilmitteln, Giften und Einbalsamierungstechniken zusammengetragen. Diese Kenntnisse wurden meist nur an wenige Eingeweihte weitergegeben und sorgsam vor Außenstehenden gehütet. Diese Geheimniskrämerei hat der Chemie und Metallurgie früh den Ruf von Geheimwissenschaften eingebracht.

Neben diesen uralten anwendungsbezogenen Kenntnissen der Chemie sind erste theoretische Vorstellungen über den Aufbau der Materie aus der Antike von Leukipp (um 450–370 v. Chr.) und dessen Schüler Demokrit (460–370 v. Chr.) überliefert. Nach deren Ansicht bestimmte die Kombination von endlich vielen Atomen (der chemische Teil) in unterschiedlichen Anordnungen (der strukturelle Teil) das Material und seine Eigenschaften. Dies ist die früheste uns bekannte Formulierung der Atomhypothese als Basis von Kristallographie und Chemie. Auch Plato (427–347 v. Chr.) übernahm die Vorstellung kleinster Bausteine (Atome), aus denen die Materie bestehe und die in einem neuen

Stoff nur ihre Anordnung änderten. Er vermutete beispielsweise, die Atome im *Element Feuer* seien tetraedrisch, im *Element Erde* kubisch, im *Element Luft* oktaedrisch und im *Element Wasser* ikosaedrisch angeordnet. Für lange Zeit ging diese im Grunde in die richtige Richtung weisende Atomhypothese des Demokrit aber wieder verloren, aufgrund der in diesem Falle schädlichen Autorität des Aristoteles (384–322 v. Chr.) mit seiner gegenläufigen Lehrmeinung zu diesem Thema. Aristoteles vermutete, daß alle Stoffe Mischungen der Urelemente Feuer, Erde, Luft und Wasser sein müßten. Als Urelemente bezeichnete er jene unzerstehbaren Urstoffe, in denen alle Gegensätze bereits vorhanden wären. So vereinigte nach Ansicht des Aristoteles das Element Erde Kälte und Trockenheit, Feuer die Eigenschaften Wärme und Trockenheit, Luft die Merkmale Wärme und Feuchtigkeit und das Wasser Kälte und Feuchtigkeit.

Ausgerechnet an diese Theorie knüpfte die Alchimie des Mittelalters an. Sie übernahm den Elementbegriff des Aristoteles wie auch die antike Phlogiston-Theorie (griech.: *phlox*, die Flamme; *phlogiston*, das Feuerteilchen). Diese Theorie nahm an, daß ein als Phlogiston bezeichneter Stoff aus verbrennenden Körpern entweicht. Ein wesentliches Prinzip der Phlogistontheorie war, daß alle chemischen Vorgänge unter dem Aspekt der Phlogistonierung und Dephlogistonierung betrachtet wurden. Hinzu kamen Bezüge zur Astrologie, die auf eine Darstellung des Ptolemäus und vermutlich noch weiter auf die Babylonier zurückgingen. Es wurde angenommen, daß die sieben antiken Metalle sieben Gestirnen entsprächen. Daraus wurde gefolgert, daß die Metalle auch nur unter dem Einfluß eben jener Planeten ihre Eigenschaften ändern könnten. In dieser Vorstellung wurde die Sonne mit Gold (gelb, hell, schön, königlich), der Mond mit Silber (hellglänzend, kalt), der Mars mit Eisen (rostrot-glänzend, rötlich rostend, kriegerisch), der Merkur mit Quecksilber (flink, schnell, flüchtig), der Jupiter mit Zinn (kühl glänzend, majestätisch), der Saturn mit Blei (schwerfällig, langsam) und die Venus mit Kupfer (schön, strahlend) gleichgesetzt.

Die alchimistischen Schriften des Orients wurden im Abendland erst im frühen Mittelalter bekannt. Es waren meist lateinische Übersetzungen griechisch-arabischer Werke. Neben alchimistischen Inhalten finden sich darin auch blumige theosophische und philosophische Betrachtungen, die die damals enge Bindung der Naturwissenschaften an Astrologie und Religion belegen.

Die Alchimie beherrschte für etwa 1500 Jahre die Vorstellungen über die stoffliche Beschaffenheit unserer Welt. Die Periode der Alchimie erscheint uns heute als ein dunkles und geheimnisvolles Zeitalter der Wissenschaft, vielleicht weil einige Grundannahmen der Alchimisten nach heutigen Erkenntnissen völlig falsch und somit viele Versuche von vornherein zum Scheitern verurteilt waren.

Wesentlich zu diesem Eindruck trug auch die von den Alchimisten praktizierte Geheimhaltung ihrer wissenschaftlichen Arbeit und ihre verschlüsselte Form der Dokumentation bei. Hinzu kam, daß die Alchimisten gewöhnlich nicht wie die Wissenschaftler heute in Universitäten oder Großforschungsanstalten arbeiteten, sondern in versteckten Gewölben der Burgen ihrer jeweiligen Geldgeber ihren Dienst versahen, wo sie bei Fackelschein an allerlei seltsamen Geräten hantierten und bei trübem Licht über riesigen Folianten brüteten.

Auf der Theorie des Aristoteles aufbauend, ließen die Alchimisten nur vier grundlegende Materieformen gelten: Feuer, Luft, Wasser und Erde. Auch die Suche nach einer Methode zur Herstellung von Gold aus minderwertigem Metall stützte sich allein auf diese falsche Annahme. Derjenige Stoff, der diese geheimnisvolle Umwandlung ermöglichen sollte, wurde als *Stein der Weisen* bezeichnet. Schon aus der Zeit der alexandrinischen Schule ist uns die Suche der Menschen nach dieser geheimnisvollen Urmaterie, der *materia prima*, wie der Stein der Weisen auch genannt wurde, überliefert. Diese Substanz sollte den Besitzer nicht nur in die Lage versetzen, billigen Tand in Gold umzuwandeln, sondern auch Krankheiten zu heilen, ewiges Leben zu spenden oder das Kunstwesen Homunkulus zu erschaffen. Entsprechend der damaligen Vorstellung sollte es sich bei dem Stein um eine Art androgynen, also geschlechtslosen Kristall im Sinne des Aristoteles handeln. Er sollte die Eigenschaften sowohl des weiblichen Silbers als auch des männlichen Goldes aufweisen. Dies glaubten die Alchimisten im Quecksilber zu erkennen, dem allerdings ihrer Meinung nach noch die kosmische Lebenskraft fehlte. Unermüdlich versuchten sie in ihren Schmelztiiegeln den siedenden Quecksilberlösungen diesen Geist einzuhauchen, indem sie Eidechsen, Spinnen, aber auch Urinstein und andere merkwürdige Zutaten verwendeten. Das Verfahren der Verwandlung und Reinigung von Dingen mit Hilfe des Steins der Weisen wurde als Transmutation bezeichnet. Nach Ansicht der Alchimisten schloß die Transmutation keine Umkehrung der Umwandlung ein. Demnach sollte sich Quecksilber zwar in Gold verwandeln, jedoch umgekehrt Gold nicht wieder in Quecksilber. Bei diesen bizarren Versuchen spielten nicht nur praktisch-methodische Überlegungen, sondern auch die Sternkonstellation eine Rolle: Nur wenn bestimmte Planeten günstig zueinander standen, konnte die Goldherstellung erfolgreich sein.

Die Eingeweihten in die hohe Kunst dieser wissenschaftlichen Lehre wurden als *Adepten* der Alchimie bezeichnet. Eine ihrer wichtigsten Aufgaben bestand darin, den Stein der Weisen aufzuspüren. Die Realität holte die Forscher allerdings ernüchternd ein. Die Entwicklung der mittelalterlichen Metallurgie und Chemie mit ihren bereits recht genauen Kenntnissen über Reaktionen, Legie-

rungen und Eigenschaften brachte die alte Theorie des Aristoteles allmählich ins Wanken. Bald schon kam die Quecksilber–Schwefel–Theorie auf: Nach vielen langen erfolglosen Versuchsreihen erweiterten die Alchimisten die vier Grundstoffe der Materie um drei weitere, und zwar um Quecksilber, Schwefel und Salz. Das Quecksilber war der Inbegriff für alle metallischen Eigenschaften, der Schwefel galt als das Prinzip der Brennbarkeit und das Salz stand für Wasserlöslichkeit und einen salzigen Geschmack.

Die Adepten waren aber im Gegensatz zur heute weitverbreiteten Meinung keineswegs ausschließlich an der Herstellung von Gold aus weniger edlen Stoffen interessiert, sondern auch an Naturerkenntnis und medizinischem Fortschritt. Obwohl sicherlich kaum einer dieser frühen Wissenschaftler die Goldherstellung als profitträchtiges Nebengeschäft verschmäht hätte, lag das tiefere Ziel des ernsthaften Alchimisten grundsätzlich in der Vervollkommnung der unedlen Metalle oder – noch allgemeiner – in der Veredlung des Unedlen schlechthin. Der wahre Alchimist, der sich von den Zeitgenossen unterschied, die sich ihren Unterhalt als Quacksalber und Zauberkünstler verdienten, besaß in der Regel eine wissenschaftliche Ausbildung, die ihn zu einer komplizierten Experimentierkunst befähigte. Einige Alchimisten verwehrten sich auch deutlich gegen jeglichen Mißbrauch ihrer Zunft und des Begriffs Alchimie. So schrieb Alexander von Suchten: *„Derowegen sind wir nicht Goldmacher, sondern Arzt, so wir Alchymiam brauchen, den armen Krancken umb der Barmherzigkeit willen, damit zu dienen von GOTT verordnet, daß wir deren große Noth betrachten, und angelegen seyn lassen. Daß die göttliche Kunst der Alchymey von bösen Buben, deren jetzt die Welt voll ist, Betrug und Arglistigkeit wegen, damit sie hoch und niedriges standes Personen ansetzen, in großen Verachtung gerathen ist, als were diese Gottes Gab allein Triegerei, was gehet das uns an? Es ist uns leid, daß man das mißbraucht, was uns zur Wiederbringung und Erhaltung des Menschen Gesundheit von GOTT geoffenbahret worden.“*

Bisweilen gelangen mit den oft unorthodoxen Forschungsmethoden der Alchimisten durchaus wichtige Entdeckungen. Diese verhalfen ihren Auftraggebern zwar nicht unbedingt zu Reichtum, jedoch sind sie uns heute noch bestens geläufig. Beispiele dafür sind das Feuerwerk, verschiedene Messinglegierungen oder das Meissner Porzellan (siehe Seite 3). Auch chemische Arbeitsweisen wie das Destillieren oder die Herstellung von Säuren waren wichtige Fortschritte. Aus der alchinesischen Alchimie stammt unsere Kenntnis von Salpeter und vom Schießpulver. Bei vielen alchimistischen Erfindungen verrät noch heute die Vorsilbe *al* die arabische Herkunft, zum Beispiel *Alkohol*, *Alkali* oder *Alaun*. Auch Begriffe wie *Soda*, *Salmiak* und *Elizier* haben diese Wurzel.

Bis weit in die Spätrenaissance gab es unter den bedeutenden Fürsten wohl kaum einen, der sich nicht für die Kunst der Alchimie interessierte. Getrieben von der Gier nach Gold, Macht und ewiger Gesundheit und angesichts der bisweilen rigorosen Mittel, die zur Erlangung dieser Güter eingesetzt wurden, geriet die Alchimie zunehmend in Verruf. Trotzdem umgaben sich die meisten Fürsten mit Alchimisten, die für sie den Stein der Weisen finden sollten, um billiges Quecksilber in Gold zu verwandeln. Auch mag viele Geldgeber das Verlangen nach ewigem Leben getrieben haben.

Es fanden sich immer wieder Experten, die es beim Ausnehmen ihrer Kunden zur Meisterschaft brachten. Die Förderer der Alchimisten waren allerdings mitunter so sehr an dem wissenschaftlichen Erfolg, also in erster Linie an der Goldherstellung interessiert, daß ein Mißerfolg für den Forscher durchaus unangenehme Folgen wie Gefängnis oder Tod nach sich ziehen konnte. Glücklicherweise sehen die Forschungsförderer diesen Punkt heutzutage wesentlich gelassener als damals.

Was einem in Ungnade gefallenem Alchimisten geschah, schildert ein Bericht, den 1591 ein Mitarbeiter der Fugger aus Prag nach Augsburg schickte: *„Der englische Alchimist, der kürzlich in Purglitz gefangengenommen worden ist, scheint in den letzten Tagen zu verzweifeln. Er verweigert die Nahrung, man fürchtet deshalb, daß er sterben werde. Seine Kaiserliche Majestät hat einen Arzt beordert und einen Advokaten des Hofes, um mit ihm ins Gericht zu gehen. Auch andere Beamte sind zu ihm gesandt worden mit dem Befehl, ihm seine Geheimnisse zu entlocken, wenn es nötig ist, mit den Mitteln der Tortur. Es ist erstaunlich, daß die Edelleute sich auf solche Art so leicht täuschen lassen. Den Kaiser soll er um beinahe 1000 rheinische Taler gebracht haben.“*

Wenige Monate davor war in München der Goldmacher Marco Bragadino an einem vergoldeten Strick öffentlich gehängt worden. Der gebürtige Zypriote und venezianische Staatsangehörige hatte auf seiner letzten Station den Bayern-Herzog Wilhelm V. um eine große Summe Geldes gebracht. Zuvor war er dem ebenfalls geprellten venezianischen Dogen nur entkommen, weil man ihm von vornherein freies Geleit zugesichert und sich erstaunlicherweise daran gehalten hatte. Auch am Hof von Mantua hatte Bragadino gearbeitet und den dortigen Herzog fast ruiniert. In München schließlich ereilte ihn die Strafe für seine Missetaten, die er unter dem Galgen öffentlich beichtete: *„Da ich, Marco Bragadino, vor den Richterstuhl des Höchsten treten soll, gestehe ich offen vor dem Angesicht Gottes, daß ich es nicht verstanden habe, die Seele des Goldes herauszuziehen und auch nicht glaube, daß irgendein Mensch es könne, sondern alles, was ich getan habe, bloßer Betrug gewesen ist.“*

Der genarrte Auftraggeber Herzog Wilhelm aber war noch immer nicht geheilt. Nach der Abdankung experimentierte er bis an sein Lebensende höchstselbst und natürlich vergebens in einer Alchimistenküche weiter, die er sich eigens in seinem Schloß Schleißheim hatte einrichten lassen.

Auch der Abenteurer und Frauenheld Giacomo Casanova betätigte sich als Adept der Alchimie. Er versuchte, dem Prinzen Carl von Kurland ein fingiertes Rezept zum Goldmachen zu verkaufen, und war diesem auch bei der Besorgung von alchimistischer Damentinte behilflich. Dies war eine Spezialtinte, die nach einigen Tagen völlig verblaßte. Eigentlich gedacht zum Abfassen eventuell kompromittierender Liebesbriefe, wurde sie vom findigen Prinzen allerdings zum Zeichnen von Wechselln verwendet.

Ein besonders *vielseitiger* Betrüger war Alessandro Graf Cagliostro. Dessen Repertoire reichte von der Herstellung eines Elixiers zur Erlangung ewiger Jugend über die Vermehrung beziehungsweise das Wachsenlassen von Diamanten bis hin zur Transmutation des Goldes. Bis ins 19. Jahrhundert noch trugen zahlreiche kosmetische Präparate die Aufschrift *a la Cagliostro*.

Der württembergische Herzog Friedrich I. fiel in seiner Goldsucht sogar elfmal hintereinander auf Hochstapler herein. Auch zahlreiche Kaiser und Könige wurden Opfer ihrer Goldgier und Leichtgläubigkeit. Der sächsische Kurfürst August der Starke litt wegen seiner verschwenderischen Hofhaltung an chronischem Geldmangel und ließ sich auf den Goldmacher Johann Friedrich Böttger ein. Auch der konnte zwar kein Gold erzeugen, entdeckte aber bei seinen Versuchen ein Verfahren zur Porzellanherstellung. Die in der Folge berühmt gewordene Meissner Manufaktur brachte dem Dresdner Hof so viel Geld, daß man Porzellan fortan als *Weißes Gold* bezeichnete (siehe auch Seite 3).

Ende des 18. Jahrhunderts behauptete in England der Physiker James Price, er habe aus einer Mischung von Quecksilber, Schwefel und Arsen sowie einem geheimnisvollen weißen und roten Pulver Gold erzeugt. Als ihm das bei einer öffentlichen Demonstration aber nicht gelang, beging er Selbstmord.




























Das alles ist lange her. In unserer aufgeklärten Zeit kann man darüber nur lächeln, oder? Weit gefehlt, denn auch in jüngerer Zeit trieben gelegentlich *Goldmacher* ihr Unwesen. Einer von ihnen war Franz Tausend, gescheitert als Spengler, Drogist, Lehrer und Unteroffizier. Im Herbst 1924 ließ er folgende Zeitungsanzeige erscheinen: „*Kapitalisten finden Gelegenheit zur Beteiligung. Große Gewinne werden garantiert.*“ Den Interessenten, die sich darauf meldeten, spielte er scheinbar erfolgreiche Versuche zur Goldherstellung vor, worauf 15 Herren insgesamt fast 800.000 Mark als Startkapital beisteuerten. Darunter waren keine Geringeren als der General Erich Ludendorff und der Fabrikant Al-

fred Mannesmann. Sie und 13 andere sahen natürlich nie einen Pfennig wieder und schon gar kein Gold. Aber auch Franz Tausend zog aus seiner Trickserei keinen dauerhaften Gewinn. Nach einem Prozeß, der über zwei Jahre dauerte, wurde er 1931 zu drei Jahren und acht Monaten Gefängnis verurteilt.

Franz Tausend war nicht der letzte Schwindler, der Prominente mit dem Fetisch Gold betrog. 1937 behauptete der Ingenieur Karl Markus, er könne aus Quarzsand vom Ufer der Isar bei Prittlbach Gold gewinnen. Das war insofern nicht völlig unglaubwürdig, als schon seit der Keltzeit an diesem Fluß immer wieder Goldwäscher zugange gewesen waren. Die Bayerische Münzanstalt hatte aus Flußgold sogar Dukaten geprägt mit der lateinischen Aufschrift *ex auro Isarae*. Erst mit der letzten Lieferung 1879 wurde das landesherrliche Privileg der Goldwäscherei wegen zu geringer Ausbeute aufgegeben. Karl Markus behauptete jedoch, ein Verfahren entwickeln zu können, das die Goldgewinnung aus Isarsand wieder lohnend machen sollte. Da wurden die Nazi-Herrscher angesichts ihres ständig wachsenden Devisenmangels hellhörig. Der Reichsführer SS Heinrich Himmler nahm sich der Sache selbst an und ließ Karl Markus ein großes Labor direkt neben dem Konzentrationslager Dachau einrichten. Irgendwann wurde dem Betrüger dann aber der Boden zu heiß, und er verschwand spurlos, möglicherweise, um nicht selbst im KZ zu landen.

Wenn man von diesen Hochstaplern absieht, dauerte die alchemistische Epoche in Europa etwa 1500 Jahre. Erst als Autoren wie Paracelsus, Biringuccio und Agricola zu Beginn der Renaissance erkannten, daß ein Stein der Weisen nicht existierte, und mit der Entwicklung der modernen Chemie Hilfsmittel für die Herstellung von Heilmitteln und zur Erforschung der Lebensvorgänge gefunden wurden, trat die Bedeutung der Alchimie in den Hintergrund.

Der Mathematiker und Philosoph René Descartes (1596–1650) entwickelte in seinen Schriften *Regulae ad irectionem ingenii* und *Meditationes* erstmals strenge Entscheidungskriterien über die Richtigkeit von Aussagen. Descartes Methode beginnt mit dem Zweifel. Die Möglichkeit, daß sich der Verstand irrt und sich die Sinne täuschen, veranlaßte Descartes, nichts als gesichert hinzunehmen. Er folgerte seinen berühmten Satz „*cogito ergo sum*“ (ich denke, also bin ich), nach dem nur die Tatsache, daß er überhaupt etwas anzweifeln kann, bereits beweist, daß er selbst existieren muß. Denn wäre er selbst nicht vorhanden, so könnte er sein Vorhandensein nicht anzweifeln. Dieser simple Punkt ist das einzige, worauf sich Descartes zunächst verlassen mochte. Diese Sichtweise hatte in der Tat nichts mehr gemein mit den Ansätzen der Alchimisten, sondern eröffnete erstmals ein kritisches Umgehen mit Aussagen und Ergebnissen. Die neue wissenschaftliche Schule verlangte auch erstmals die Trennung

15. Jhdt.	17. Jhdt.	1808 Dalton	1814 Berzelius
			Ag
			Au
			C
			Cu
			Fe
			H
			Hg
			O
			S





















	Hydrogen		Strontian
	Azote		Barytes
	Carbon		Iron
	Phosphorus		Zinc
	Oxygen		Copper
	Sulphur		Lead
	Magnesia		Silver
	Lime		Gold
	Soda		Platina
	Potash		Mercury

Bild 6.2: Die Alchimisten verwendeten eine symbolische Schreibweise. Dalton vereinfachte dieses System und stellte durch die Aneinanderreihung der Elementsymbole die Zusammensetzung von Molekülen dar. Schließlich setzte sich die 1814 von Berzelius vorgeschlagene Schreibweise durch. Rechts: Dalton'sche Schreibweise.

der Person des Forschers sowie der Gestirne vom Experiment. Descartes führte die Mathematik als die universale Grundlage aller Naturwissenschaften ein. Wichtige Beiträge hierzu leisteten auch Isaac Newton (1643–1727) und Gottfried Wilhelm Leibniz (1646–1716). Zur Mathematik kam nach und nach ein reichhaltiges Arsenal neu entwickelter Meßwerkzeuge hinzu, um Theorien durch Experimente auf ihre Richtigkeit hin zu überprüfen.

Zu jener Zeit definierte der englische Forscher Robert Boyle (1627–1691) das Element als das Endprodukt der Analyse. Nach seinen Vorstellungen bestand die Materie aus Teilchen, die sich in Größe, Form und Bewegung unterscheiden. Boyle widerlegte die damalige Auffassung, daß das Feuer der beste chemische Analysator sei, und führte das nasse Analysenverfahren ein. Berühmt wurde er durch sein Buch *The Sceptical Chymist*, das 1661 erschien.

Der endgültige Übergang von der Alchimie zur modernen wissenschaftlichen Chemie vollzog sich mit dem Franzosen Antoine Laurent Lavoisier (1743–1794). Noch bis ins Jahr 1625 war es in Paris immerhin bei Todesstrafe verboten, die anti-aristotelische Atomistik des Demokrit zu vertreten! Lavoisier schuf eine systematische Nomenklatur für die Chemie und damit die Grundlage für eine einheitliche Fachsprache. Auch deutete er die Verbrennung als Sauerstoff-

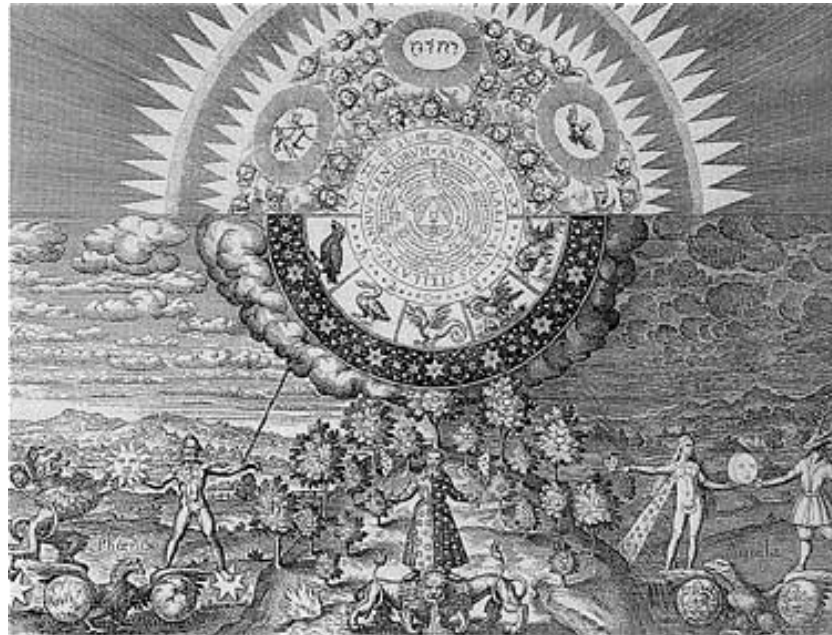


Bild 6.3: Alchemistische Welt nach Matthäus Merian. In den unteren Halbkreisen ist der Nachthimmel mit sieben Planeten eingetragen, außerdem Rabe, Schwan, Basilisk, Pelikan und Phönix. Ihnen zugeordnet sind Saturn, Jupiter, Mars, Venus und Merkur. Den oberen Halbkreis bilden die Tierkreiszeichen. Dem folgen der Kreis des Erd-, Sonnen- und Sternenjahres sowie die *Operatoren* Salz, Schwefel und Quecksilber.

aufnahme, und verdrängte somit die bis dahin gültige alchemistische Phlogistontheorie. Nach und nach mußten also die alchemistischen Vorstellungen der Theorie einer chemischen Atomistik weichen. Dieser vollständige Paradigmenwechsel hatte fast 2000 Jahre benötigt. Lavoisier konnte seine umwälzenden Forschungen übrigens nach seiner wichtigen Erkenntnis nicht mehr lange fortsetzen, da ihn die Revolutionäre in Paris 1794 guillotinierten, allerdings nicht wegen Demokrit, sondern wegen Politik.

Aus der heutigen Sicht einiger Schwerionenforscher lagen die mittelalterlichen Alchimisten bei ihren Versuchen, Gold aus Quecksilber herzustellen, gar nicht so falsch. Quecksilber hat schließlich nur ein Proton mehr als Gold. Leider

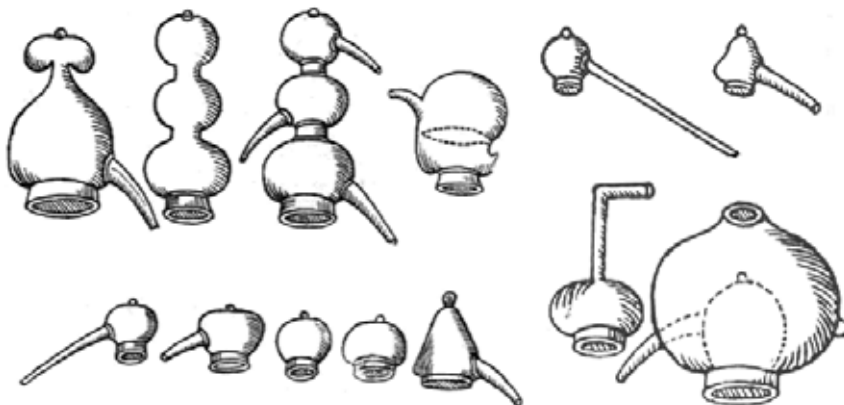


Bild 6.4: Abbildungen typischer alchemistischer Geräte aus dem Manuskript *Alchymia* von Andreas Libavius aus dem Jahre 1606.

waren und sind die technischen Möglichkeiten, dieses überschüssige Proton aus dem Quecksilberatom herauszuschleßen, technisch recht eingeschränkt. Ein anderer Vorschlag zur Goldherstellung besteht im Beschuß von Atomkernen des Rhenium-Isotops 102 mit Molybdän-Ionen. Dabei könnten in der Tat ab und zu ein paar Goldatome anfallen.

6.4 Die Zwerge und das Erz

Folgt man der alt-isländischen Mythensammlung Edda, so ist das Volk der Zwerge älter als das der Menschen. Am Anfang waren Feuer und Eis. Dies hat sich in Island bis heute auch nicht wesentlich geändert. Aus der Vermischung von Feuer und Eis ging der zweigeschlechtliche Frostriese Ymir hervor, der von seinen eigenen Nachfahren gemeuchelt wurde. Aus Ymirs Fleisch wurde die Erde, aus seinem Blut das Meer, aus seinen Knochen die Gebirge, aus seinen Haaren die Pflanzen und aus seiner Schädeldecke das Himmelsgewölbe. In dem dermaßen zerlegten Leichnam sammelten sich jedoch bald schon Maden. Die Götter hoch oben in ihrer Götterburg bemerkten dies und statteten diese Maden mit Sprache, Verstand und Gestalt aus – fertig waren die Zwerge. Was die normalen Sterblichen anbelangt, so wurden sie viel später eher nebenbei aus zwei Eschen geschnitzt. Auch in den Heldenbüchern des Hochmittelalters

erschieden die Zwerge in der Schöpfungsgeschichte meist vor den Menschen auf der Weltbühne. Danach schuf Gott zuerst die Zwerge, damit sie zunächst Land und Berge schufen. Dann kamen die Riesen hinzu, um die Zwerge vor wilden Tieren und Drachen zu schützen. Doch taten die Riesen oft nicht, wie ihnen geheißen, sondern rückten den Zwergen bald ihrerseits zu Leibe. Daraufhin erst schuf Gott zusätzlich menschliche Helden von Schlage eines Siegfried, um in diesem Chaos Ordnung zu schaffen.

Im Volksglauben war das Bild vom Zwergenvolk stets durch den Bergbau geprägt. In den alten Vorstellungen liebte der Zwerg Verborgenheit und Dunkelheit. Er galt als Naturbursche und war ganz und gar mit seinem Mutterboden verhaftet. Die Wälder und Berge waren seine Leidenschaft. Böse Zungen behaupteten zwar, der *twer*, wie er in der mittelhochdeutschen Dichtung heißt, lebte allein deshalb so gerne im *berc*, weil das so einen schönen Reim ergibt. Eine gewisse Schwäche für Höhlen und unterirdische Behausungen wurde den Zwergen aber in der Tat weltweit nachgesagt, von südamerikanischen Indianern ebenso wie von französischen oder deutschen Volkskundlern.

Was ihre Scheu anbelangt, so resultierte sie vor allem aus den Erfahrungen, die die Zwerge sowohl mit den Göttern als auch mit den Sterblichen machen mußten. Mythen, Märchen und die mittelalterlichen Heldendichtungen berichteten immer wieder von den wenig erbaulichen Umgangsformen der Großen mit den Kleinen. Die Gründe hierfür liegen auf der Hand. Die Zwerge waren zwar klein, aber wohlhabend. Loki, das schwarze Schaf der germanischen Götterfamilie, tötete beispielsweise einmal im Beisein von Odin und Hönir versehentlich den Sohn eines mächtigen Zauberers, der dafür eine stattliche Summe Schmerzensgeld forderte. Was lag näher, als sich dafür des Schatzes eines Zwerges zu bemächtigen? Der Unglückliche hieß Andvari. Als er seinen Schatz herausgeben mußte, belegte er ihn allerdings mit einem Fluch, der sich in der Folgezeit als äußerst wirksam erwies.

Ihren Reichtum verdankten die Zwerge meist ihrem umfangreichen Wissen über Bergbau und Metallurgie sowie ihrem Fleiß. Sie waren sozusagen die berg- und hüttenmännischen Ahnen unserer Montanindustrie. Während sich die Götter in ihren Himmelspalästen vergnügten und die Sterblichen sich gegenseitig bekriegten, drangen die Zwerge systematisch in die Geheimnisse der Erde und der Mineralien ein, betrieben intensive Grundlagenforschung und entwickelten daraus das Berg- und Schmiedehandwerk zu höchster Blüte. Ihre Produktpalette umfaßte neben Schmuckgegenständen auch hochbegehrte Konsumgüter. Die Goldperücke der Göttin Sif, der Frau des Donnergottes Thor, stammte aus einer Zwergenwerkstatt, ebenso Freyas kostbares Halsband *Bri-*

singamen. Vier in einer dunklen Höhle hausende Zwerge hatten es angefertigt. Die germanische Göttin der Liebe wollte es unbedingt besitzen, auch wenn die Zahlungsmodalitäten etwas zweifelhaft waren. Sie mußte nämlich mit jedem der Zwerge eine Nacht verbringen. Noch spektakulärer war Odins Ring *Draupnir*, der aus der Werkstatt von Brokk und Sindri stammte, zwei sagenhaften Zwergenhandwerkern. *Draupnir* war ein ganz besonderer Ring. Jede neunte Nacht nämlich tropften von ihm acht ebenso kostbare Ringe ab.

Den größten Ruhm erwarben sich die Zwerge allerdings mit ihrer Waffenproduktion. Die halbe Götterwelt besaß Kriegsgerät aus Zwergenhand. Freyr, Gott der Fruchtbarkeit und der Ernte, nannte das aus einer Zwergenwerkstatt stammende Kriegsschiff *Skidbladnir* sein Eigen. Es konnte alle Götter aufnehmen und nach Gebrauch sogar auf Taschenformat zusammengeklappt werden. Odins Speer *Gungnir* war eine Präzisionslanze mit höchster Treffgenauigkeit. Auch Thors gewaltiger Hammer *Mjöllnir* wurde von Brokk und Sindri hergestellt. Zu einem nicht unerheblichen Teil verdankten also die Götter ihre Macht dem Können der Zwerge.

Bald schon interessierten sich auch die Sterblichen für Produkte aus Zwergenhand. So berichtet etwa die Edda von einer Königin, die sich die Schmiedekünste des Zwerges Völund zunutze machen wollte, indem sie ihn mit durchschnittenen Beinsehnen auf eine Insel verbannte, wo er sein Handwerk für sie ausüben mußte. Doch Völund rächte sich grausam. Erst lockte er die beiden Söhne der Königin auf die Insel, tötete sie, faßte ihre Schädel kunstvoll in Silber und schickte sie der Königin ehrerbietig als Trinkgefäße zu. Danach schmiedete er sich aus hauchdünn geschlagenem Gold Flügel und entschwand durch die Lüfte. Eine Variante dieses Themas begegnet uns auch bei der Sage von Wieland dem Schmied (siehe auch Seite 160).

Auch in den mittelalterlichen Heldendichtungen, so etwa im Eckenlied oder in der Dietrichsage, ist Schmuck und Kriegsgerät aus Zwergenhand im Einsatz. Vieles davon ging durchaus rechtmäßig in den Besitz der Sterblichen über, sei es durch Schenkung oder für entsprechende Gegenleistungen. Bisweilen aber befleißigten sich die Ritter auch unfeinerer Umgangsformen. Einer der bekanntesten Fälle in diesem Zusammenhang ist die Geschichte von Siegfried und dem Gold der Nibelungen: Auf einem seiner Streifzüge beobachtete Siegfried, wie kleine Männer einen Schatz aus einer Höhle holten. Es war der legendäre Hort der Nibelungen, den die Könige Nibelung und Schilbung gerade unter sich aufteilen wollten. Als Siegfried näher kam, erkannten ihn die Könige und baten ihn, den Hort zu teilen, da sie sich nicht einigen konnten. Zum Lohn schenkten sie ihm das Schwert Balmung. Siegfried nahm an, doch er konnte es den Köni-

gen nicht recht machen. Als bald fielen beide mit ihren Recken über ihn her. Allerdings waren sie dem jungen Helden nicht gewachsen und er erschlug sie alle mit seinem neuen Schwert Balmung. Das sah Alberich, der zauberkundige Zwerg der Nibelungen. Um die Könige zu rächen, nahm er seine Tarnkappe, die ihn unsichtbar machte und ihm zugleich die Stärke von zwölf Männern verlieh, und griff Siegfried an. Der wehrte sich nach Leibeskräften und mühte sich lange vergeblich, den Unsichtbaren zu packen. Endlich gelang es ihm, Alberich die Tarnkappe vom Kopf zu reißen und ihn zu überwinden. Nun war Siegfried der Herr über das Nibelungenland und den Nibelungenhort. Er befahl, den Schatz wieder in den Berg zurückzubringen. Nachdem Alberich ihm Treue geschworen hatte, setzte Siegfried ihn zum Hüter über das Gold ein.

Einen ähnlich aufregenden Verlauf nahm die Auseinandersetzung zwischen Dietrich von Bern und dem Zwergenkönig Laurin. In den Zeiten, da Germanen das Römerreich beherrschten, regierte in der Stadt Bern der Gotenkönig Dietrich, der trotz seiner Jugend bereits durch zahlreiche Heldentaten bekannt war. Eines Tages berichtete ihm sein Waffenmeister Hildebrand von einem Zwergenvolk, das tief im Innern der Berge hause und dessen König Laurin, obwohl nur drei Spannen groß, so stark sei, daß niemand ihn besiegen könne. Laurin besitze in Tirol einen Rosengarten mit goldener Pforte, und statt einer Mauer umspanne ihn ein Seidenfaden. Wer diesen zu zerreißen wage, den lasse Laurin furchtbare Rache spüren. Sofort brach Dietrich auf, um sich mit dem Zwergenkönig anzulegen. Im Verlauf der Rauferei zog der Zwergenkönig seine Tarnkappe hervor und streifte sie über. Unsichtbar für den Gegner, setzte er Dietrich nun arg zu. In großer Bedrängnis schließlich konnte Dietrich ihm die Kappe entreißen, und es gelang ihm, den Zwerg zu bezwingen. Da bat Laurin um Gnade, die ihm auch gewährt wurde. Als er die Recken in sein Reich einlud, folgten sie ihm in das Innere des Berges. Die Gäste wurden bewirtet und mit allerlei Kurzweil, mit Gesang, Tanz und ritterlichen Kampfspielen, die das Zwergenvolk zeigte, unterhalten. Laurin aber sann auf Rache. Mit einem betäubenden Trank versetzte er sie alle in tiefen Schlaf, dann ließ er die Wehrlosen fesseln und in den Kerker werfen. Über diesen Verrat geriet Dietrich in unbändigen Zorn, konnte sich befreien, und besiegte die Zwerge erneut. König Laurin wurde gefangengenommen und von Dietrich mit nach Bern geführt. Später versöhnte sich Dietrich mit Laurin und ließ ihn in den Berg zurückkehren.

All diese Vorkommnisse zwangen die Zwerge natürlich zu wachsender Vorsicht gegenüber den Menschen. Auch wenn sich manche der Helden aus der frühen Literatur nicht immer ganz fair verhielten, konnten sich die Zwerge über ihre Behandlung zunächst wenig beklagen. Verspottet wurden sie nur selten,

im Gegenteil: Während viele Überlieferungen den bärtigen und kauzigen Zwerg äußerlich als eher unattraktiv schildern, setzte sich in den mittelhochdeutschen Epen ein eher höfischer Zwergentypus durch. Bekleidet mit Helm, Harnisch und Sporen oder mit feinsten Festgewändern war er bis auf die fehlenden Zentimeter das vollständige äußerliche Ebenbild des Ritters. Und auch innerlich wurde der Zwerg *veredelt*. Aus der ursprünglich heidnischen Seele wurde eine christliche. Desweiteren hatten die Zwerge ein lehensmäßig geordnetes Gemeinwesen sowie einen König samt Schwert und Zepter. Behaupteten frühe Berichte noch, daß es unter den Zwergen keine Frauen gab und sie daher gezwungen waren, sich ihre Nachkommenschaft eigenhändig aus dem Fels zu meißeln, so war später von äußerst attraktiven Zwerginnen die Rede.

Was ihre traditionellen Fertigkeiten anbelangte, so nahmen diese im Lauf der Sagengeschichte stetig zu. Die geschickten Ingenieure verwandelten sich in regelrechte Hochtechnologie-Experten. Einer ihrer begehrtesten Artikel war die Tarnkappe, durch die man unsichtbar wurde. Weiterentwicklungen dieses Produktes verliehen darüber hinaus die bereits erwähnte vielfache Körperkraft sowie die Fähigkeit, sich mit hoher Geschwindigkeit von einem Ort zum anderen zu bewegen. Daß sich die Vermögensverhältnisse der Zwerge unter diesen Umständen sehr positiv gestalteten, versteht sich von selbst. Das Behüten von enormen Schätzen wurde daher zu einer ihrer Hauptaufgaben.

Und dennoch überrascht es nicht, daß sich in den Märchen der europäischen Völker der veredelte Typus des Zwergs als Spiegelbild des höfischen Ritters letztlich nicht durchsetzen konnte. Die mündliche Überlieferung im vorwiegend bäuerlichen Milieu formte aus den Miniaturhöfflingen recht schnell wieder den kleinen Wicht mit Mütze, Bart und reichlich Falten im Gesicht. Fahrende Sänger berichteten zwar mitunter noch vom höfischen Zwergenhelden, von Laurin oder Alberich, doch das einfache Volk glaubte an andere Zwerge.

Dort sah man sie als klein und kräftig von Gestalt. Die Zwergenmänner trugen meist lange Bärte. Sie hatten dunkle Augen und konnten bis zu 400 Jahre alt werden. Im allgemeinen galten Zwerge als mürrisch und wortkarg, aber auch als tapfer und stark. Sie liebten Bier und Schnaps. Ihre größte Leidenschaft galt jedoch Edelmetallen. Natürlich schätzten sie auch Edelsteine, besonders Diamanten, nur Perlen mochten sie nicht, denn gegen die See hegten sie eine tiefe Abneigung. Aufgrund ihres Körperbaus war das Reiten auf Pferden und anderen größeren Tieren für sie schwierig, so daß sie solchen Kreaturen skeptisch gegenüber standen. Zwerge galten im allgemeinen als gutmütig, wenn sie ordentlich behandelt wurden. Sie wurden nur böse und dann auch gefährlich, wenn sie verspottet wurden und Undank ernteten. Die Zwerge waren in ihrem

Erscheinungsbild oft mit den traditionellen Attributen des Bergbaus und der Metallurgie ausgestattet, wie Schlägel, Schaufel und Kapuzenkleidung. Auch in der Geschichte von Schneewittchen wird darauf verwiesen, daß die Zwerge im Berg Erze schürfen. Diese Bergbauzwerge aus der deutschen Märchenwelt könnten sogar einen realistischen Kern enthalten:

In den frühen Jahrhunderten der Erzgewinnung mußten die Bergleute der Erde ihre Schätze mit Schlägel und Eisen mühsam entreißen. Ein erwachsener Bergmann brauchte in früher Zeit mit Muskelkraft und den üblichen einfachen Geräten für einen Gang von zehn Metern Länge ein ganzes Jahr. Das waren an einem Tag nur wenige Zentimeter. Die erzführenden Adern selbst hatten oft nur eine geringe Dicke. Im deutschen Kupferbergbau kamen dabei durchaus Strecken von nicht mehr 75 Zentimeter Höhe vor. An einigen Stellen konnte das Erz nur im Liegen abgebaut und daher auch nur vergleichsweise kleines Werkzeug eingesetzt werden. Da diese Arbeit körperlich sehr anstrengend war und nur sehr langsam voranging, versuchte man mit dem kleinstmöglichen Gangquerschnitt durch das taube Nebengestein an die Erzgänge heranzukommen. Dies bedeutete, je kleiner die Menschen waren, die im Bergbau arbeiteten, desto geringer konnte der Querschnitt und desto schneller der Vortrieb sein. Zusätzlich war ein geringer Körperwuchs auch wichtig, um das herausgelöste Erz durch die engen Stollen abzutransportieren. Aus diesen Gründen wurden in vielen Gruben Kinder eingesetzt. Einige Bergarchive besitzen noch Lohnabrechnungen aus Bergwerken aus dem 15. und 16. Jahrhundert, in denen von Kindern die Rede ist.

Vermutlich ist die Kinderarbeit unter Tage so alt wie der Bergbau selbst. Oft mußten sie im Liegen arbeiten und die Erze kriechend durch die niedrigen Stollen transportieren. Für diese Tätigkeit setzte man wegen ihrer Beweglichkeit vorwiegend Jungen ein, die in Wachstum und Körperbau noch nicht voll entwickelt waren. Sie mußten einen niedrigen Kasten, der mit Rädern versehen war, den sogenannten Hunt, mit den Füßen vor sich herstoßen. Die Kinder mußten zum Teil schon im Alter von nur fünf Jahren in die Bergwerke einfahren. Ihr Oberkörper entwickelte sich unter den Belastungen oft auf Kosten der Beine, das heißt, die kleinen Bergleute bekamen eine starke Brust und breite Schultern, während die Beine kurz und schwach blieben. Durch die harte Arbeit im Berg vergreisten sie oft mit Erreichen der Geschlechtsreife. Mit zwanzig Jahren und ihren Bergbaukappen sahen sie dann mitunter klein und hutzelig aus, eben wie Zwerge. Auf eine grausige Art gab es also solche Zwerge tatsächlich: verkrüppelte und früh gealterte Kinder aus dem Bergbau.

6.5 Hephaistos und Kollegen — eine kleine Mythologie der Schmiede

Viele Redensarten und Sprichworte gehen auf das Schmiedehandwerk zurück: *Er schmiedet Pläne; er hat mehrere Eisen im Feuer; Schmiede das Eisen, solange es noch heiß ist; jeder ist seines Glückes Schmied; Nägel mit Köpfen machen; zum Schmied und nicht zum Schmiedchen gehn.*

Welche Art von Beruf steht hinter all diesen Redewendungen? Definitiv einer der ältesten der Menschheit. Denn lange bevor Metalle erschmolzen werden konnten, wurden gediegene Fundstücke und metallische Luppen (Metallbrocken aus Rennöfen) umgeformt. Die große Bedeutung der Schmiede zur Zeit der ersten Hochkulturen beruhte auf drei Tätigkeiten, der Herstellung von Schmuck, von Werkzeugen und von Rüstungsgütern.

Insbesondere die Fertigung von Waffen rückte den Schmied früh in eine etwas düstere Ecke. Ein Schwert war eine furchterregende Sache, war es doch ausschließlich zum Töten von Menschen bestimmt. Der Hersteller eines solchen Gerätes wurde von seinen Mitmenschen in der Regel mit Argwohn betrachtet, denn wer die unheimliche Fähigkeit besaß, Leben zu vernichten, konnte möglicherweise auch mit übernatürlichen Gaben ausgestattet sein. Auch wegen ihrer üblicherweise größeren körperlichen Stärke und der Arbeit am Feuer mag den Schmieden etwas Geheimnisvolles angehaftet haben. Allein ihre lichtscheue Arbeitsweise in verdunkelter Werkstatt oder bei Nacht muß empfängliche Gemüter mißtrauisch gemacht haben. Dabei war die Dunkelheit nur ein einfacher Kunstgriff zur genaueren Kontrolle der Temperatur eines Werkstücks. Im Dunkeln ist die temperaturabhängige Farbskala glühenden Metalls viel besser abzulesen als bei Licht. Auch murmelten Schmiede beim Abschrecken oft etwas vor sich hin. Dies waren aber sicherlich keine Zaubersprüche, sondern einfache Verse, um die richtige Dauer des Eintauchens abzumessen.

Neben der Waffenherstellung waren auch Hufeisen für das Kriegshandwerk von großer Bedeutung. Hauspferde wurden erstmals etwa 2000 v. Chr. in Babylonien und ungefähr 300 Jahre später in Ägypten gehalten. Sieg oder Niederlage ganzer Heerscharen hingen damit schon bald nicht mehr nur von der Qualität der Schwerter und Rüstungen, sondern auch vom Leistungsvermögen der Pferde ab. Mit Eisen beschlagene Pferde vergrößerten den Aktionsradius und die Geschwindigkeit bewaffneter Reiter beträchtlich. Es ist daher nicht verwunderlich, daß ein so altes und sagenumwobenes Geschäft wie das Schmiedehandwerk von einem Schleier aus Mythen und Legenden umgeben ist.

Als erster Schmied ist Hephaistos zu nennen. Er war der technisch begabteste Bewohner des antiken griechischen Olymp, Sohn von Zeus und Hera. Da er mit einem lahmen Bein auf die Welt kam, wurde er ausgesetzt und anschließend vom Olymp hinab ins Meer geworfen. Die Titanin und Meeresgöttin Thetis rettete ihn. Schnell entwickelte Hephaistos seine ungeahnten technischen Talente, so daß er letztendlich in den Olymp zurückkehrte und dort zum Gott technischer Schöpfungen, des Feuers und der Schmiedekunst avancierte. Zu guter letzt durfte er sogar noch Aphrodite ehelichen, die schönste aller Göttinnen. Dies spiegelt die große Bedeutung seiner technischen Begabung und seiner loyalen Zuarbeit für die Götter wieder. In der ägyptischen Mythologie war in der Person des Ptah bereits früher eine ähnliche Götterfigur aufgetaucht. Später wurde die Gottheit als Hephaistos nach Griechenland exportiert und von dort zu den Römern unter dem Namen Vulkan und zu den Germanen unter dem Namen Wieland der Schmied weitergereicht.

In allen Varianten (außer der ägyptischen) erscheint der Gott der Schmiede als hinkender häßlicher Mann. Dies soll sicher andeuten, daß die Götter stets daran interessiert waren, ihm die Kraft der Beine zu nehmen, um ihn an der Flucht zu hindern, denn sein metallurgisches Wissen war wertvoll. Ähnliches kennen wir aus der Geschichte der *irdischen* Werkstoffentwicklung. Beispielsweise durften venezianische Spitzenhandwerker zur Blütezeit Venedigs die Stadt nicht verlassen, um das Wissen womöglich an ungeliebte Konkurrenten weiterzugeben. Sonst riskierten sie die Todesstrafe. Für Attentate auf Handwerker, die illegal außerhalb Venedigs tätig wurden, gab es sogar eine eigene Abteilung der venezianischen Geheimpolizei. Die Agenten verfolgten und ermordeten beispielsweise geflohene Glasbläser mit eigens dafür hergestellten Glasdolchen.

Die große technische Begabung kam Hephaistos bei seiner Tätigkeit als Feuer- und Schmiedegott sehr entgegen. Zu seinen Erfindungen zählten immerhin so einzigartige Schöpfungen wie das Zepter und der Donnerkeil des Zeus, der Sonnenwagen des Helios, die Rüstung des Kriegsgottes Ares, die weitreichenden Liebespfeile des Eros, das Waffenarsenal des Helden Achilles, der Brustpanzer der Athene, das Halsband der Harmonia, die Büchse der Pandora sowie die goldenen und silbernen Wächterhunde des Alkinoos.

Der Obermetallurge des Olymp betrieb einen *mittelständischen* Betrieb im Inneren eines Vulkans mit immerhin zehn Essen sowie zwanzig Blasebälgen. In seiner Werkstatt beschäftigte er laut Hesiod die gewaltigen Zyklopen Brontes, Arges und Pyrakmon. So konnten diese rauen Gesellen immerhin nicht in den Hainen des heiligen Berges herumstreunen und harmlose Götter belästigen. Die Zyklopen waren sozusagen auf Hafturlaub aus dem Tartaros, der so tief unter



Bild 6.5: Römischer Schmied bei seiner Arbeit.

der Erde lag, daß ein Schmiedeamboß neun Tage lang hätte fallen müssen, bis er unten angekommen wäre. In den Tartaros waren sie auf Befehl ihres Vaters Uranos verbannt worden, weil sie sich gegen diesen aufgelehnt hatten. Weitere Helfer rekrutierte Hephaistos aus den Reihen der Pygmäen, Kabiren, Daktylen und Telchinen. Über die neun hundeköpfigen, flossenhändigen Telchinen aus den Meeren berichtete die griechische Mythologie, daß sie bei der Schmiedegöttin Rhea in gutem Ansehen standen. Nach der Sage hatten sie auf Rhodos die Städte Kameiros, Lalysos und Lindos gegründet und das erste Eisen geschmiedet, das später auch als Telchinis bekannt wurde. Mit einer von den Telchinen gefertigten Sichel hat Kronos nach dieser Überlieferung seinen Vater Uranos im Krieg der Götter entmannt.

Interessant sind auch die Überlieferungen über die Daktylen. Nach der Mythologie sollten sie an jener Stelle der Erde entsprungen sein, an der Rhea im Wehenschmerz die Finger in den Boden gekrallt hatte, bevor sie Zeus gebar. Die vier männlichen Daktylen (neben fünf weiblichen) waren allesamt Schmiede, die nach der Sage im Jahre 1432 v. Chr. in der Nähe des Berges Berekyntos auch das Eisen entdeckt haben sollen. Nach einer anderen Überlieferung sind sie mit den Kureten identisch, denen der Schutz der Wiege des Zeus auf Kreta anvertraut worden war. Ihre Namen sind überliefert als Herakles, Paionios, Epimedes, Lassos und Akesidas. Ein weiterer Bericht, in dem die drei ältesten Daktylen als Akmon, Damnameneus und Kelmis bezeichnet werden, schildert

sie ebenfalls als bedeutende Meister des Schmiedehandwerks. Kelmis, der die Göttin Rhea einst beleidigte, wurde von ihr sogleich in Eisen verwandelt. Lange Zeit hindurch galt er daher als Personifizierung des geschmolzenen Eisens, was zugleich Rheas Abneigung gegen ihn ausdrückte, da sie nur Gold, Silber, Kupfer, Blei und Zinn als irdische Metalle anerkannte.

Aber nicht nur auf dem Olymp, auch in der germanisch-skandinavischen Sagenwelt der Völkerwanderungszeit lebt der Ruf legendärer Waffenschmiede fort, so in der Sage von Wieland dem Schmied. Dieser Mythos ist eine Nebenhandlung der Dietrichsage. Danach war Wieland der jüngste von drei Söhnen des Riesen Wate und der Meerfrau Waghilde. Der Vater schickte ihn mit neuen Jahren in die Handwerkslehre, damit er ein tüchtiger Schmied werden sollte. Mime (Mimir), der berühmte Waffenschmied aus dem Hunnenland, unterwies den geschickten Jungen. In der gleichen Lehrwerkstatt diente aber auch der junge Raufbold Siegfried. Als Wate erfuhr, daß Siegfried seinen Sohn schlug und mißhandelte, holte er ihn nach drei Wintern wieder ab. Der Vater hörte alsbald von zwei Zwergen, die im Berg Ballofa eiserne Schwerter und Helme, aber auch edles Geschmeide aus Gold und Silber besser zu schmieden verstanden als alle anderen. Vater und Sohn wanderten daraufhin zum Berg Ballofa. Gegen eine Mark Lehrgeld in Gold versprachen die Zwerge, Wieland zwölf Monate lang das Schmieden zu lehren. Als Wate pünktlich nach einem Jahr erschien, um Wieland abzuholen, weigerten sich die Zwerge, den Knaben wieder freizugeben, da aus diesem mittlerweile ein Meister seines Fachs geworden war. Um über Wieland ein weiteres Jahr verfügen zu können, zahlten die Lehrmeister Wate die eine Mark Gold zurück, drohten aber, seinem Sohn den Kopf abzuschlagen, wenn er nicht auf den Tag genau abgeholt werde. Mißtrauisch geworden, verbarg Vater Wate beim Abschied sein Schwert in dichtem Buschwerk. Wieland sollte sich bei drohender Gefahr wehren können.

Wielands Schmiedekunst übertraf bald die seiner Meister, die ihn neidvoll zu hassen begannen. Als Wate drei Tage vor der Zeit kam, um seinen Sohn abzuholen, fand er den Berg verschlossen. Von der langen Reise ermüdet, legte er sich am Fuß eines Berghangs nieder. Ein Unwetter überraschte ihn im Schlaf. Schnee, Steine und Baumstämme, die sich vom Berg lösten, begruben ihn. Später öffneten die Zwerge den Berg. Wieland fand seinen Vater vom Berg erschlagen. Er wählte Böses, weil der bestimmte Tag schon verstrichen war, zog das Schwert seines Vaters aus dem Busch und tötete die beiden Zwerge in ihrer Bergwohnung. Schmiedewerkzeug und Kleinodien lud er auf ein Pferd und machte sich auf den Weg in seine Heimat. Nach einer Weile hörte Nidung, der König der Njaren, von Wielands Kunstfertigkeit und sann darauf, ihn sich

dienstbar zu machen. Heimlich ließ er Wieland in seinem einsamen Haus gefangennehmen und entführte ihn in sein Reich. Damit er nicht entfliehen konnte, ließ ihn der König auf eine nahe Insel bringen und ihm die Sehnen zerschneiden. Tagsüber stand der einst kraftvolle und nun verkrüppelte Mann am Amboß und mußte für den König arbeiten. Doch im Schutze der Nacht schuf er ein Werk, das noch keinem Menschen gelungen war. Er schmiedete ein Federkleid aus Eisen, das ihn befähigen sollte, sich in die Luft zu erheben. Eines Morgens kamen die beiden jungen Königssöhne, ohne daß es jemand wußte, auf Wielands Insel, um seine Werkstatt anzusehen. Nun fand der Verstümmelte endlich die Gelegenheit zur Rache. Er erschlug die beiden Knaben und warf sie in die Grube unter der Esse. Mit den Schädeln aber vollbrachte er ein grausiges Werk. Er faßte sie in Silber und fertigte Trinkschalen daraus, die er König Nidung zum Geschenk machte. Nach der Verführung der Tochter des Königs sah Wieland schließlich seine Rache erfüllt. Er schlüpfte in sein Federkleid und entschwand (man beachte die Parallelität zur Völund-Sage aus der Edda, Seite 153).

Auch die Christen haben an diese Traditionen angeknüpft. Katholische Metallurgen und Schmiede haben mindestens zehn Schutzpatrone, die eine beachtliche himmlische Unterstützung bieten. Teilweise haben diese Heiligen und deren Legenden aber eher regionale Bedeutung. Zu den wichtigsten Schutzpatronen gehören beispielsweise Adrianus (Schmiede, Gefängniswärter, Soldaten), Eligius (Goldschmiede, Schmiede, Kutscher, Sattler, Pferdehändler, Tierärzte), Dunstan (Hufschmiede, Goldschmiede, Schlosser, Musikanten), Florian (Schmiede, Köhler, Feuerwehrleute), Petrus (Schlosser, Schmiede, Blei gießer), Georg (Waffenschmiede, Pferde), Johannes (Schmiede, Sattler, Hirten, Bauern), Leonhard von Limoges (Bauern, Pferde, Stallknechte, Fuhrleute, Schmiede) und Patrick von Irland (Irland, Bergleute, Schmiede).

6.6 Agricola — der Biograph der Metalle

Der Beginn des 16. Jahrhunderts, in Deutschland geprägt durch die Reformation, in Frankreich und Italien durch die Renaissance, wird oft als Aufbruch in die Neuzeit verstanden. In diese Zeit hinein wurde Georg Bauer am 24. März 1494 in Glauchau in Sachsen geboren. Später übersetzte er seinen Namen in *Georgius Agricola*. Er wuchs zu einem der bedeutendsten Gelehrten seiner Epoche auf den Gebieten des Hüttenwesens, des Bergbaus, der Medizin, der Pädagogik, der Staatsführung und der Kriegskunst heran. Über seine Jugend weiß man wenig. Doch bereits 1518 hielt er sich als außerordentlicher Rektor der lateini-

schen Schule in Zwickau auf. Dort blieb er bis 1522, ging dann nach Leipzig, unternahm zwei Jahre später eine Reise nach Italien mit den Stationen Venedig, Bologna und Padua und legte dort auch sein medizinisches Doktorexamen ab. 1526 kam Agricola in die Sudeten, das silberreichste Gebirge des damaligen Europa. Er berichtete über seine Ankunft: *„Ich war kaum dort angelangt, als ich von Begierde brannte, das Bergwesen kennenzulernen, weil ich fast alles über meine Erwartung fand.“*



Bild 6.6: Porträt des Georgius Agricola alias Georg Bauer (1494–1555).

In Joachimsthal forschte er den vergessenen mineralogischen Heilmitteln des Altertums nach und kam so in Berührung mit Berg- und Hüttenleuten. So führte ihn sein Forschergeist schnell zur Mineralogie, zur Technik des Bergbaus und zum Hüttenwesen. Schließlich wurde er in Joachimsthal Stadtarzt, Montangelehrter, Sachverständiger und Berater der Reviere in Thüringen, Schlesien, Mähren und im Harz. 1533 ging er nach Chemnitz, wo er Bürgermeister wurde. Er erwarb beträchtlichen Reichtum und wurde Anteilseigner an ertragreichen Bergwerken. Goethe, selbst ein profunder Bergbau-Kenner, charakterisierte diesen Technikpionier später mit den Worten: *„Er hatte freilich das*

Glück, in ein abgeschlossenes, schon seit geraumer Zeit behandeltes, in sich höchst mannigfaltiges und doch immer auf einen Zweck hingeleitetes Natur- und Kunstwesen einzutreten. Gebirge, aufgeschlossen durch Bergbau, bedeutende Naturprodukte, roh aufgesucht, gewältigt, behandelt, bearbeitet, gesondert, gereinigt und menschlichen Zwecken unterworfen.“

Unter seinen zahlreichen Betrachtungen zu fast allen damals wichtigen Wissensgebieten brachte ihm sein Hauptwerk aus dem Bereich der Geo- und Montanwissenschaften mit dem Titel *De re metallica* weltweite Berühmtheit ein.

Im Verlauf der Renaissance hatten sich zahlreiche Verfahren und Techniken der Metallverarbeitung entwickelt. Gegen Ende des 14. Jahrhunderts waren die Erkenntnisse so stark angewachsen, daß man sie dringend systematisch zusammenfassen mußte.

Georgius Agricola bezieht sich in seinem Werk vor allem auf seinen eigenen Wirkungskreis, den Bergbau und das Hüttenwesen im sächsisch-böhmischen Erzgebirge. Dieses Gebiet war bereits im Mittelalter ein Zentrum des deutschen Silber- und Eisenerzbergbaus. In der Region existierten zur Zeit Agricolas immerhin mehr als 900 Bergbaubetriebe mit 800 Steigern, 400 Schichtmeistern und 8000 Bergarbeitern. Hier gewann Agricola seine umfangreichen theoretischen und praktischen Erfahrungen.

Agricola listet in seinen zwölf Büchern über den Bergbau und die Metalle sämtliche mechanischen Hilfsmittel und Maschinen auf, die zu seiner Zeit bekannt waren. Darunter befanden sich Winden mit Zahnradübersetzung, um das Fördergut aus der Tiefe zu ziehen oder das Wasser abzuschöpfen, sowie Apparate, um Stollen zu belüften. Auch die Wasserkraft gab er als mögliche Energiequelle für diese Maschinen an.

Das Manuskript stellte Agricola 1553 fertig. Als es in gedruckter Version auf den Markt kam, war der Autor bereits tot (verstorben 1555). *De re metallica* erschien 1556 in lateinischer Sprache bei Froben in Basel. Die einzigartige Synthese von Text und Illustrationen, von naturwissenschaftlicher und technischer Darstellung, von Mensch und Umwelt sowie von künstlerischer Aussage und Werkanlage trug dazu bei, daß dieses Buch bis heute nichts von seiner Faszination eingebüßt hat. Die dem Werk beigegebenen 292 Illustrationen wurden von dem Zeichner Basilius Weferinger aus Joachimsthal sowie dem Holzschnitzer Rudolf Manuel Deutsch aus Basel angefertigt. Manche der Skizzen lieferte Agricola sogar selbst. Wer dieses Werk liest, findet sich schnell in eine noch von mittelalterlichen Vorstellungen geprägte Zeit zurückversetzt. Dort ist mitunter von geheimnisvollen Lebewesen unter Tage und allen möglichen Kobolden und sonstigen Ungetümen und Geistern die Rede. In moderne Sprache übersetzt,

behandeln die zwölf Bände die Themen *Vom Beruf des Berg- und Hüttenmannes, Das Aufsuchen der Erzgänge, Von Gängen, Klüften und Gesteinsschichten, Das Vermessen der Lagerstätten und die Ämter der Bergleute, Der Aufschluß der Lagerstätte und die Kunst des Markscheiders, Das Probieren der Erze, Das Aufbereiten der Erze, Das Schmelzen der Erze, Das Scheiden der Edelmetalle, Das Scheiden des Silbers vom Kupfer, Von Salz, Soda, Alaun, Vitriol, Schwefel, Bitumen und vom Glas.*

De re metallica erschien in deutscher Übersetzung bereits im Jahre 1557. Die Fachsprache darin kommt einem heutzutage reichlich merkwürdig vor. Die Technologie der Halbzeugherstellung durch Schmieden beschrieb Agricola beispielsweise wie folgt: „*Der geschmolzene kuchen aus eisen wurde verzerrt und zerteilt, als bis er so weich dem sauerteig gleich wurde. Darnach soll der meister von seim fürlaufer geholten einen solchen kuchen aus eisen mit der zan aus dem feuer herausziehen und auff den amboß legen, daß also der hammer von dem rad auffgeht und herab gelassen diesen breit schlage. Darnach solle der eisen so es noch warm ist, in das Wasser werfen und ablöschen.*“

Aus solchermaßen geschmiedeten Eisenbarren wurden Werkzeuge oder Pflugschare gefertigt. Gegen Ende des 16. Jahrhunderts erfuhr der stark wachsende Eisenbedarf eine Weiterentwicklung der Roheisenerzeugung. Durch den Einsatz wasserradgetriebener Blasebälge konnten größere Frischluftmengen und damit höhere Temperaturen erzielt werden, so daß bei 1200 °C bis 1400 °C nicht mehr Luppen entstanden, sondern kohlenstoffreiches Roheisen.

Neben seinem Hauptwerk verfaßte Agricola auch zahlreiche weitere bedeutende geowissenschaftliche und hüttenmännische Bücher, darunter so illustre Titel wie *Bergmannus sive de re metallica* (Bergmann oder ein Dialog über den Bergbau), *De ortu et causis subterraneorum* (Die Entstehung der Stoffe im Erdinnern), *De natura eorum, quae effluunt ex terra* (Die Natur der aus dem Erdinnern hervorquellenden Stoffe), *De natura fossilium* (Die Minerale), *De veteribus et novis metallis* (Erzlagerstätten und Erzbergbau in alter und neuer Zeit), *De animantibus subterraneis liber* (Die Lebewesen unter Tage) oder *De precio metallorum et monetis* (Der Preis der Metalle und die Münzen).

Die meisten Arbeiten des Agricola über das Hüttenwesen und den Bergbau entstanden in der Stadt Chemnitz, wo der Gelehrte auch dreimal Bürgermeister war. Sein späteres Leben verlief eher tragisch. Im Zuge der Reformation wurde Agricola verkannt, verleumdet und verlassen. Nach seinem Tode sollte ihm zunächst sogar das christliche Begräbnis verweigert werden.